

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 32 470 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 01 L 13/02
G 01 L 1/04
G 01 L 1/14
G 01 D 5/24
G 01 F 1/28

②1 Aktenzeichen: P 43 32 470.3
②2 Anmeldetag: 24. 9. 93
④3 Offenlegungstag: 30. 3. 95

DE 43 32 470 A 1

⑦1 Anmelder:

Bender, Daniel, Prof. Dipl.-Phys., 78120 Furtwangen,
DE

⑦4 Vertreter:

Buchner, O., Dr.rer.nat., 80336 München; Neunert, P.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Westphal, K., Dipl.-Ing.;
Mußgnug, B., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte,
78048 Villingen-Schwenningen

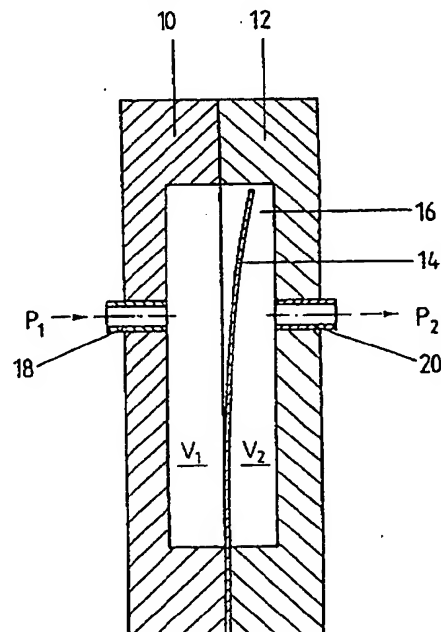
⑦2 Erfinder:

gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Manometer zum Messen der Differenz zwischen einem ersten und einem zweiten Druck

⑤7 Ein Manometer zum Messen der Differenz zweier Drücke (p_1 , p_2) weist eine von dem ersten Druck (p_1) beaufschlagte erste Kammer (V_1) und eine von dem zweiten Druck (p_2) beaufschlagte zweite Kammer (V_2) auf. Die beiden Kammern (V_1 , V_2) sind durch eine einseitig eingespannte blattförmige Biegefeder (14) voneinander getrennt. Die Biegefeder (14) läßt an ihren nicht eingespannten Seitenkanten einen engen Durchtrittsspalt (16) frei, durch welchen das Druckmedium von der einen Kammer (V_1) zu der anderen Kammer (V_2) hindurchströmen kann. Das durch den Durchtrittsspalt (16) hindurchströmende Druckmedium lenkt die Biegefeder (14) aus. Die Auslenkung der Biegefeder (14) ist ein Maß für die Druckdifferenz ($p_1 - p_2$).



DE 43 32 470 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 95 508 013/158

8/33

Die Erfindung betrifft ein Manometer zum Messen der Differenz zwischen einem ersten und einem zweiten Druck gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Manometer dieser Gattung sind zum Messen insbesondere kleiner Druckdifferenzen als Membranmanometer bekannt. Die mit dem ersten Druck beaufschlagte erste Kammer und die mit dem zweiten Druck beaufschlagte zweite Kammer sind durch eine Membran abgedichtet voneinander getrennt. Die Membran wird durch den Differenzdruck zwischen der ersten und der zweiten Kammer elastisch ausgelenkt, wobei die Auslenkung die Meßgröße für den Differenzdruck darstellt.

Betrachtet man die Druckquelle, das durch Leitungen zu dem Manometer strömende Druckmedium und das Manometer in Analogie zu einem elektrischen Stromkreis, so entspricht das Membranmanometer, welches die beiden Kammern mit ihren Druckzuleitungen dicht voneinander trennt, einem Kondensator. Die Auslenkung der Meßmembran entspricht der Kondensatorspannung, während das Meßvolumen des Membranmanometers der Kapazität des Kondensators entspricht. Bei einer plötzlichen Druckänderung (Spannungssprung) stellt sich dementsprechend die Auslenkung der Membran exponentiell auf den neuen Druckwert ein. Die Zeitkonstante dieser Einstellung ergibt sich dabei als Produkt aus dem Strömungswiderstand der Zuleitungen für das Druckmedium (ohmscher Widerstand) und dem Meßvolumen des Membranmanometers (Kapazität). Um die Empfindlichkeit eines Membranmanometers für die Messung kleiner Druckdifferenzen zu erhöhen, muß die Rückstellkraft der Membran verringert, d. h. der Membrandurchmesser vergrößert werden. Dies bedeutet zwangsläufig eine Vergrößerung des Volumens des Membranmanometers und damit eine Vergrößerung der Zeitkonstanten. Empfindliche Membranmanometer für die Messung kleiner Druckdifferenzen reagieren daher auf Druckänderungen nur sehr träge und können schnelle Druckänderungen nicht erfassen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Manometer zur Messung von Druckdifferenzen zur Verfügung zu stellen, welches sich auch für die Messung kleiner Druckdifferenzen eignet und auf Druckänderungen schnell anspricht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Manometer mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der wesentliche Gedanke der Erfindung besteht darin, bei dem Manometer die durch den ersten Druck beaufschlagte erste Kammer und die durch den zweiten Druck beaufschlagte zweite Kammer nicht vollständig dicht voneinander zu trennen, sondern die die beiden Kammern trennende Wand als blattförmige, einseitig eingespannte Biegefeder auszubilden, die ringsum einen Durchtrittsspalt geringer Breite für das Druckmedium freiläßt. Durch diesen engen Durchtrittsspalt strömt daher eine geringe Menge des Druckmediums von der Kammer mit dem höheren Druck in die Kammer mit dem niedrigeren Druck. Die Strömung des Druckmediums durch diesen Durchtrittsspalt führt zu einer Auslenkung der Meßfeder, die von dem Volumenstrom des durch den Durchtrittsspalt strömenden Druckmediums und damit von der Druckdifferenz zwischen der ersten und der zweiten Kammer abhängt.

Bei dem erfindungsgemäßen Manometer strömt in

Abhängigkeit von der Breite des Durchtrittsspalt es stets eine geringe Menge des Druckmediums von der Seite des höheren Drucks nach der Seite des niedrigeren Drucks. Betrachtet man auch hier wieder die Analogie zu einem elektrischen Stromkreis, so entspricht das erfindungsgemäße Manometer einem ohmschen Widerstand. Das erfindungsgemäße Manometer entspricht somit in Analogie einem elektrischen Drehspul-Spannungsmesser, der mit einem hohen Innenwiderstand die Druckdifferenz (Spannung) mißt.

Aus dieser Analogie lassen sich auch leicht die Bedingungen herleiten, die bei dem erfindungsgemäßen Manometer realisiert werden können. Je empfindlicher das Manometer sein soll, d. h. je kleinere Druckdifferenzen gemessen werden sollen, umso größer muß der Strömungswiderstand des Manometers sein, d. h. umso kleiner muß der Querschnitt des Durchtrittsspalt es sein. Um bei geringen Druckdifferenzen noch eine meßbare Auslenkung der Meßfeder zu erhalten, muß deren Federkonstante umso kleiner sein, je empfindlicher das Manometer sein soll.

Da das erfindungsgemäße Manometer analog einem parallel geschalteten Spannungsmesser mit hohem ohmschen Innenwiderstand arbeitet, reagiert das Manometer nahezu verzögerungsfrei auf Änderungen des zu messenden Druckes.

Die den Meßwert der Druckdifferenz darstellende Auslenkung der Meßfeder kann auf unterschiedliche Weise gemessen werden. Eine konstruktiv besonders einfache und daher kostengünstig herstellbare Lösung besteht darin, die Auslenkung der Meßfeder kapazitiv zu messen. Hierzu wird parallel und beabstandet zu der Meßfeder eine Kondensatorplatte angeordnet. Der Abstand zwischen der metallischen Meßfeder und der Kondensatorplatte ändert sich entsprechend der Auslenkung der Meßfeder, wodurch sich auch die Kapazität des aus Kondensatorplatte und Meßfeder gebildeten Kondensators ändert. Die Kapazität zwischen Meßfeder und Kondensatorplatte stellt somit ein Maß für die Auslenkung und damit ein Maß für die Druckdifferenz dar.

Um die Schwierigkeiten einer absoluten Kapazitätsmessung zu vermeiden, wird vorzugsweise auf beiden Seiten der Meßfeder je eine Kondensatorplatte angeordnet. Die Auslenkung der Meßfeder bedeutet dabei stets eine Annäherung der Meßfeder an die eine Kondensatorplatte und eine korrespondierende Entfernung der Meßfeder von der anderen Kondensatorplatte. Die Kapazität zwischen der Meßfeder und der einen Kondensatorplatte erhöht sich somit, während sich die Kapazität zwischen der Meßfeder und der anderen Kondensatorplatte korrespondierend verringert. Die Auslenkung der Meßfeder und damit die Druckdifferenz können daher durch eine Differenzmessung der Kapazitäten realisiert werden, so daß Schwankungen der absoluten Werte weitgehend ohne Einfluß bleiben.

Für die Messung kleiner Druckdifferenzen ist eine weiche Meßfeder erforderlich. Eine solche weiche Meßfeder kann bereits merklich durch die Schwerkraft ausgelenkt werden. Dies bedeutet, daß eine von der Position der Meßfeder bzw. des Manometers abhängige Nullpunktverschiebung auftritt. Um eine solche von der Einbaulage des Manometers abhängige Nullpunktverschiebung zu kompensieren, sind vorzugsweise die beiden Kondensatorplatten ebenfalls als Biegefedern ausgebildet, die im einfachsten Falle insbesondere die gleichen Abmessungen und die gleichen Federeigenschaften wie die Meßfeder aufweisen. Da diese die Kondensator-

satorplatten bildenden Referenzfedern die gleichen Federeigenschaften aufweisen wie die Meßfeder und parallel zu dieser angeordnet sind, wirkt auf diese Referenzfedern die Schwerkraft mit genau der gleichen von der Einbaulage des Manometers abhängigen Stärke wie auf die Meßfeder. Wirkt auf die Meßfeder kein Differenzdruck ein, so werden die Meßfeder und die Referenzfedern in jeder beliebigen Einbaulage des Manometers durch die Schwerkraft genau um denselben Betrag ausgelenkt, so daß der Nullpunkt der Druckdifferenzmessung durch die Einbaulage nicht beeinflusst wird.

Die Analogie des erfindungsgemäßen Manometers mit einem parallel geschalteten elektrischen Spannungsmesser zeigt auch die Möglichkeiten, den Meßbereich des erfindungsgemäßen Manometers zu verändern. Durch Erhöhung des Strömungswiderstandes des Druckmediums in den Zuleitungen, d. h. durch Verringerung des Strömungsquerschnitts für das Druckmedium, kann (entsprechend einem ohmschen Vorwiderstand beim elektrischen Spannungsmeßgerät) die Empfindlichkeit vergrößert und der Meßbereich verkleinert werden. Ebenso kann durch eine die Anschlüsse der beiden Kammern verbindende Nebenschluß-Leitung (entsprechend einem Shunt-Widerstand des Spannungsmeßgeräts) die Empfindlichkeit verringert und der Meßbereich vergrößert werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 schematisch das Manometer in einer ersten Ausführung in Frontansicht,

Fig. 2 einen Vertikalschnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 einen Fig. 2 entsprechenden Schnitt in einer abgewandelten Ausführungsform und

Fig. 4 schematisch eine dritte Ausführung in perspektivischer Darstellung mit weggebrochener Seitenwand.

Die Fig. 1 und 2 zeigen das Grundprinzip des Manometers in einer einfachsten Ausführung.

Zwei deckungsgleiche rechteckige Rahmen 10 und 12 weisen jeweils einen deckungsgleichen rechteckigen Durchbruch auf. Die Rahmen 10 und 12 werden deckungsgleich zusammengesetzt, wobei an einer Schmalseite der Rahmen 10 und 12 eine Meßfeder 14 zwischen den Rahmen 10 und 12 eingespannt wird. Die Meßfeder 14 ist eine blattförmige Biegefeder aus einem elastischen Material. Die Meßfeder 14 hat die Form eines Rechtecks, wobei die Abmessungen der Meßfeder 14 so gewählt sind, daß sie im eingespannten Zustand den Durchbruch der Rahmen 10 und 12 nahezu vollständig verschließt und zwischen ihren nicht eingespannten Seitenkanten und den Rahmen 10, 12 nur ein schmaler Durchtrittsspalt 16 frei bleibt, wie in Fig. 1 zu sehen ist.

In der Ausführung der Fig. 1 und 2 kann das Manometer in die Wand eines Gehäuses eingebaut werden, in welchem ein Überdruck oder ein Unterdruck gegenüber dem Außenraum aufrechterhalten werden soll. Dies kann beispielsweise ein Reinraum sein, ein Schaltschrank oder ein klimatechnisches System. Ebenso kann das Manometer in eine Trennwand zwischen zwei Räumen eingesetzt werden, zwischen denen eine Druckdifferenz aufrechterhalten werden soll. Das Manometer weist eine erste Kammer V1 und eine zweite Kammer V2 auf, die bis auf den engen Durchtrittsspalt 16 durch die Meßfeder 14 voneinander getrennt sind. In der Kammer V1 herrscht ein erster Druck p1, in der zweiten Kammer V2 herrscht ein zweiter Druck p2. Sind die Drücke p1 und p2 verschieden, so erzeugt die Druckdif-

ferenz p1 - p2 eine Strömung des Druckmediums durch den Durchtrittsspalt 16 von der Seite des höheren Druckes p1 zu der Seite des niedrigeren Druckes p2. Diese Strömung des Druckmediums nimmt die elastisch biegsame Meßfeder 14 mit, so daß diese ausgelenkt wird, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Das Maß der Auslenkung hängt dabei von dem Volumenstrom des durch den Durchtrittsspalt 16 strömenden Druckmediums und damit von der Druckdifferenz p1 - p2 ab. Bei kleineren Auslenkungen ist das Maß der Auslenkung mit hinreichender Genauigkeit proportional der Druckdifferenz p1 - p2. Die Auslenkung kann in einer dem Fachmann geläufigen Weise angezeigt und ausgewertet werden.

Fig. 3 zeigt in einem Fig. 2 entsprechenden Schnitt eine Abwandlung der Ausführung der Fig. 1 und 2.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 bilden die Rahmen 10 und 12 ein geschlossenes Gehäuse, das durch die Meßfeder 14 in die zwei Kammern V1 und V2 unterteilt wird. Die Kammern V1 und V2 weisen Anschlüsse 18 bzw. 20 auf, über welche die Kammern V1 und V2 beispielsweise mittels Schlauchleitungen mit den Drücken p1 bzw. p2 beaufschlagt werden können.

In dieser Ausführungsform ist das Manometer ein selbständiges Meßinstrument, das in beliebige Systeme zur Messung von Druckdifferenzen eingeschaltet werden kann.

Die blattförmige Meßfeder 14 kann in ihrem unmittelbar an die Einspannung zwischen den Rahmen 10 und 12 angrenzenden Bereich eine Stabilisierungssicke aufweisen, die parallel zu der eingespannten Schmalkante verläuft. Eine solche Stabilisierungssicke ergibt eine höhere Torsionssteifigkeit der Meßfeder, ohne deren Biegsamkeit zu beeinträchtigen. Dadurch wird eine gleichmäßige parallele Auslenkung der freien Schmalkante gewährleistet. Außerdem verhindert eine solche Stabilisierungssicke ein Durchknicken der Meßfeder 14 in dem Übergangsbereich zwischen dem eingespannten und dem freien Teil der Meßfeder 14. Ein solches Durchknicken führt zu Unstetigkeiten in der Auslenkung und zu einem unerwünschten Hystereseverhalten.

In Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Manometers dargestellt.

In diesem Ausführungsbeispiel ist die metallische Meßfeder 14 zwischen zwei rechteckigen Rahmen 10 und 12 eingespannt. An die Rahmen 10 und 12 schließen sich jeweils weitere Rahmen 22 bzw. 24 an, die geschlossene Stirnwände aufweisen, so daß die Rahmen 10, 12, 22 und 24 zusammen ein geschlossenes Gehäuse bilden. Zwischen die Rahmen 10 und 12 ist eine metallische Referenzfeder 26 gespannt. Entsprechend ist zwischen die Rahmen 12 und 24 eine metallische Referenzfeder 28 gespannt. Die Referenzfedern 26 und 28 stimmen mit der Meßfeder 14 in ihren Abmessungen und in ihrem Werkstoff identisch überein. Außerdem sind die Referenzfedern 26 und 28 identisch und lageübereinstimmend mit der Meßfeder 14 eingespannt. Die Referenzfedern 26 und 28 sind somit flächendeckungsgleich, parallel und in gleichem Abstand beiderseits der Meßfeder 14 in dem Gehäuse eingespannt. Ebenso wie die Meßfeder 14 lassen die Referenzfedern 26 und 28 an ihren drei nicht eingespannten Seitenkanten einen Durchtrittsspalt 16 gegenüber den Rahmen 10, 22 bzw. 12, 24 frei.

In die zwischen der Meßfeder 14 und der Referenzfeder 26 gebildete Kammer V1 mündet ein Anschluß 18 zur Beaufschlagung mit einem ersten Druck p1. In die zwischen der Meßfeder 14 und der Referenzfeder 28 gebildete Kammer V2 mündet ein Anschluß 20 zur Beaufschlagung mit dem zweiten Druck p2. Die zwischen

der Referenzfeder 26 und dem Rahmen 22 gebildete Kammer V3 steht über den Durchtrittsspalt 16 mit der Kammer V1 in Verbindung und wird somit ebenfalls von dem Druck p1 beaufschlagt. Die zwischen der Referenzfeder 28 und dem Rahmen 24 gebildete Kammer V4 steht über den Durchtrittsspalt 16 mit der Kammer V2 in Verbindung und wird ebenfalls mit dem Druck p2 beaufschlagt. Die Meßfeder 14 bildet mit der Referenzfeder 26 einen Kondensator der Kapazität C1, während die Meßfeder 14 mit der Referenzfeder 28 einen Kondensator der Kapazität C2 bildet. Der Druck p1 wirkt von beiden Seiten auf die Referenzfeder 26 und bewirkt keine Auslenkung dieser Referenzfeder 26. Ebenso wirkt der Druck p2 von beiden Seiten auf die Referenzfeder 28 und bewirkt keine Auslenkung dieser Referenzfeder 28. Die Meßfeder 14 wird dagegen von der einen Seite durch den Druck p1 und von der anderen Seite durch den Druck p2 beaufschlagt, so daß sie entsprechend der Druckdifferenz $p1 - p2$ ausgelenkt wird. Ist p1 größer als p2, so nähert sich die Meßfeder 14 der Referenzfeder 28 und die Kapazität C2 nimmt zu, während sich die Meßfeder 14 von der Referenzfeder 26 entfernt, so daß die Kapazität C1 abnimmt. Die Meßfeder 14 und die Referenzfedern 26 und 28 sind jeweils mittels Lötanschlüssen 30 aus dem Gehäuse herausgeführt. Die Kapazitäten C1 und C2 können an diesen Lötanschlüssen 30 abgegriffen werden. Eine Vergleichsmessung der Kapazitäten C1 und C2 ergibt die Auslenkung der Meßfeder 14 gegenüber den Referenzfedern 26 und 28 und damit die Druckdifferenz $p1 - p2$ als elektrische Meßgröße.

In der in Fig. 4 gezeigten Lage des Manometers wirkt die Schwerkraft auf die Meßfeder 14 und die Referenzfedern 26 und 28 in der Ebene dieser Federn. Die Schwerkraft führt somit nicht zu einer Auslenkung der weichen Federn 14, 26 und 28. Wird das Manometer in einer anderen Lage eingebaut oder in einer anderen Lage verwendet, so kann die Schwerkraft unter einem Winkel zur Ebene der Federn 14, 26, 28 angreifen und führt somit zu einer Auslenkung dieser Federn 14, 26 und 28 aus ihrer in Fig. 4 dargestellten Lage. Diese von den Drücken p1 und p2 unabhängige Auslenkung durch die Schwerkraft ist für die Meßfeder 14 und die Referenzfedern 26 und 28 identisch, da diese Federn identisch ausgebildet sind, identisch eingespannt sind und zueinander parallel liegen. Die Auslenkung durch die Schwerkraft beeinflußt daher die Messung der durch die Druckdifferenz $p1 - p2$ bedingten Auslenkung der Meßfeder 14 nicht.

Um den Meßbereich des Manometers verändern zu können, kann der Durchtrittsquerschnitt des Anschlusses 18 bzw. des Anschlusses 20 für das Druckmedium im Querschnitt verändert werden. Dies ist in Fig. 4 schematisch durch ein den Querschnitt verkleinerndes Element 32 dargestellt. Eine Verringerung des Durchtrittsquerschnitts des Anschlusses 18 bzw. des Anschlusses 20 vergrößert den Strömungswiderstand des Manometers für das Druckmedium und erlaubt somit bei entsprechender Federkonstante der Meßfeder 14 eine Verkleinerung des Meßbereichs und eine empfindlichere Messung kleiner Druckdifferenzen.

Weiter sind die Anschlüsse 18 und 20 durch eine Nebenschluß-Leitung 34 miteinander verbunden, deren Durchtrittsquerschnitt ebenfalls verstellbar sein kann, was durch ein querschnittsverengendes Element 36 schematisch dargestellt ist. Die Nebenschluß-Leitung 34 verringert den gesamten Strömungswiderstand des Manometers, so daß bei gleichbleibender Empfindlichkeit

der Messung mittels der Meßfeder 14 der Meßbereich erweitert werden kann. Die den Strömungsquerschnitt verändernden Elemente 32 und 36 können an sich bekannte Elemente, wie z. B. Drosselventile oder dgl. sein.

Patentansprüche

1. Manometer zum Messen der Differenz zwischen einem ersten und einem zweiten Druck, mit einer durch den ersten Druck beaufschlagbaren ersten Kammer, mit einer durch den zweiten Druck beaufschlagbaren zweiten Kammer und mit einer die erste und die zweite Kammer voneinander trennenden elastisch auslenkbaren Wand, deren Auslenkung die Meßgröße darstellt, dadurch gekennzeichnet, daß die Wand eine als blattförmige, einseitig eingespannte Biegefeder ausgebildete Meßfeder (14) ist und daß an den nicht eingespannten Seitenkanten der Meßfeder (14) ein Durchtrittsspalt (16) geringer Breite die erste Kammer (V1) mit der zweiten Kammer (V2) verbindet.
2. Manometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßfeder (14) eine langgestreckte Form aufweist und an einer ihrer Schmalseiten eingespannt ist.
3. Manometer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßfeder (14) ein metallisches Federblatt ist.
4. Manometer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslenkung der Meßfeder (14) über die Kapazität (C1, C2) zwischen der Meßfeder (14) und wenigstens einer zu dieser beabstandet und im wesentlichen parallel angeordneten Kondensatorplatte (26, 28) gemessen wird.
5. Manometer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß beiderseits der Meßfeder (14) jeweils eine Kondensatorplatte (26, 28) angeordnet ist und daß die Auslenkung der Meßfeder (14) über die Differenz der Kapazitäten (C1, C2) zwischen der Meßfeder (14) und den beiden Kondensatorplatten (26, 28) gemessen wird.
6. Manometer nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatorplatten jeweils als Biegefedern ausgebildete Referenzfedern (26, 28) sind, die in der ersten Kammer (V1) und/oder der zweiten Kammer (V2) angeordnet sind und an der gleichen Seite wie die Meßfeder (14) eingespannt sind.
7. Manometer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzfedern (26, 28) in ihren Abmessungen und Federeigenschaften mit der Meßfeder (14) identisch sind und lageübereinstimmend mit der Meßfeder (14) eingespannt sind.
8. Manometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kammer (V1) und die zweite Kammer (V2) Anschlüsse (18 bzw. 20) für das Druckmedium aufweisen und daß der Strömungswiderstand für das Druckmedium in wenigstens einem dieser Anschlüsse (18, 20) veränderbar ist.
9. Manometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kammer (V1) und die zweite Kammer (V2) Anschlüsse (18 bzw. 20) für das Druckmedium aufweisen und daß diese Anschlüsse (18, 20) durch eine Nebenschluß-Leitung (34) mit veränderbarem Strömungswiderstand für das Druckmedium miteinander verbunden sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

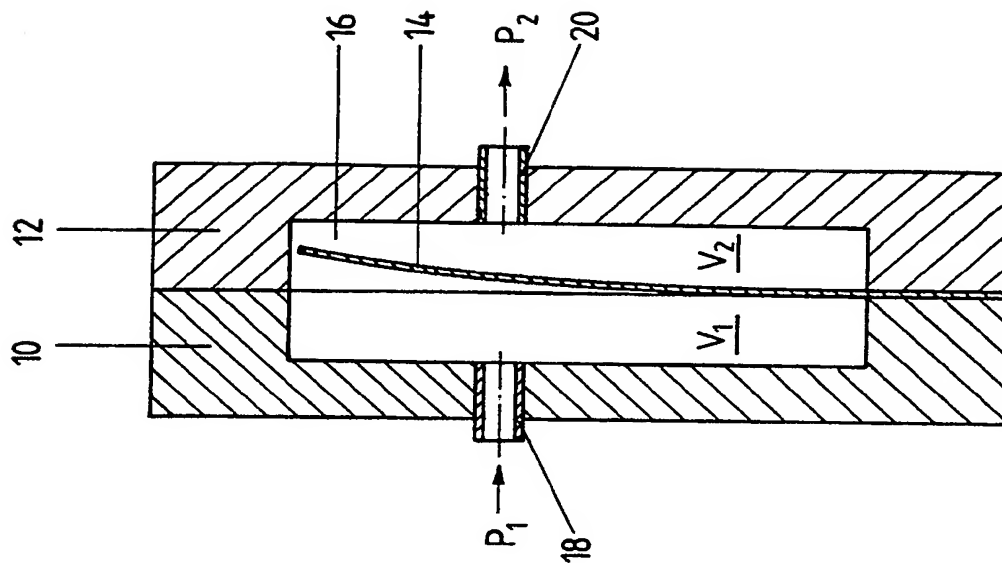


Fig. 3

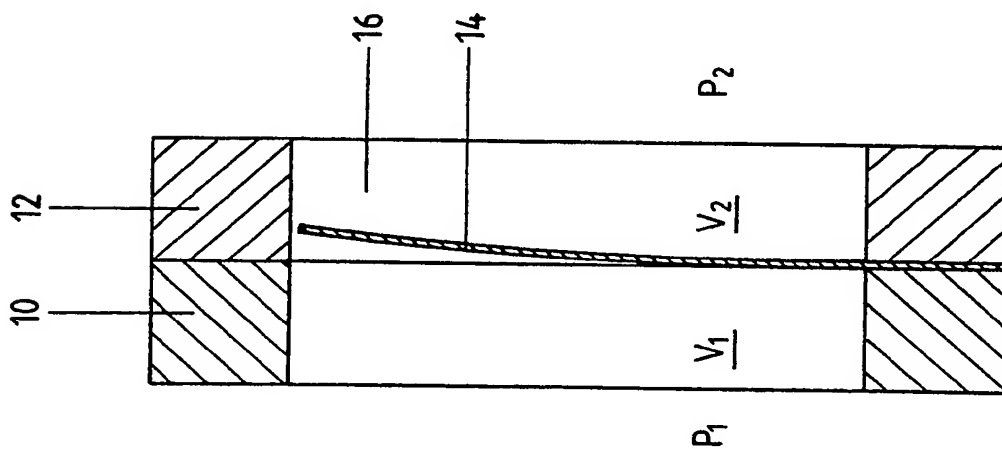


Fig. 2

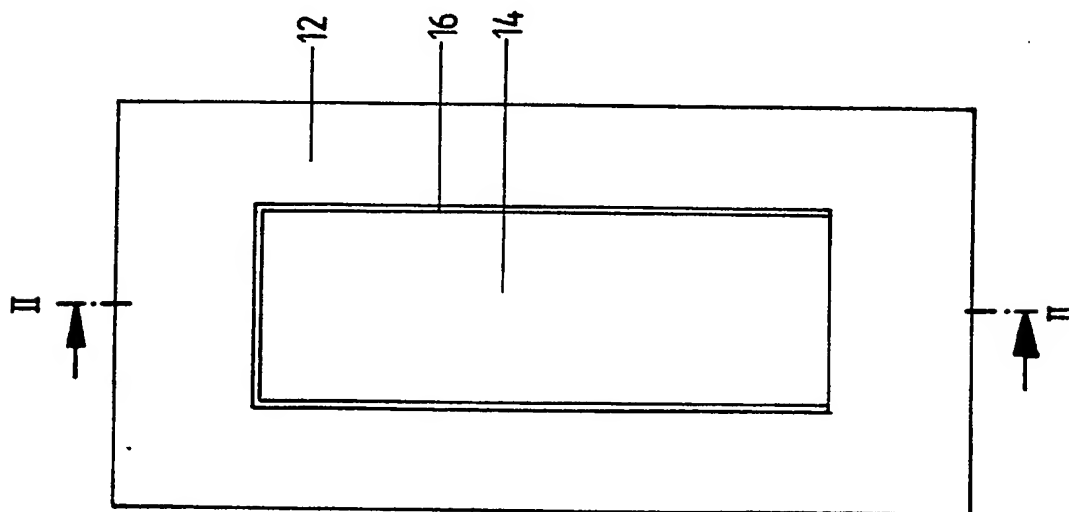


Fig. 1

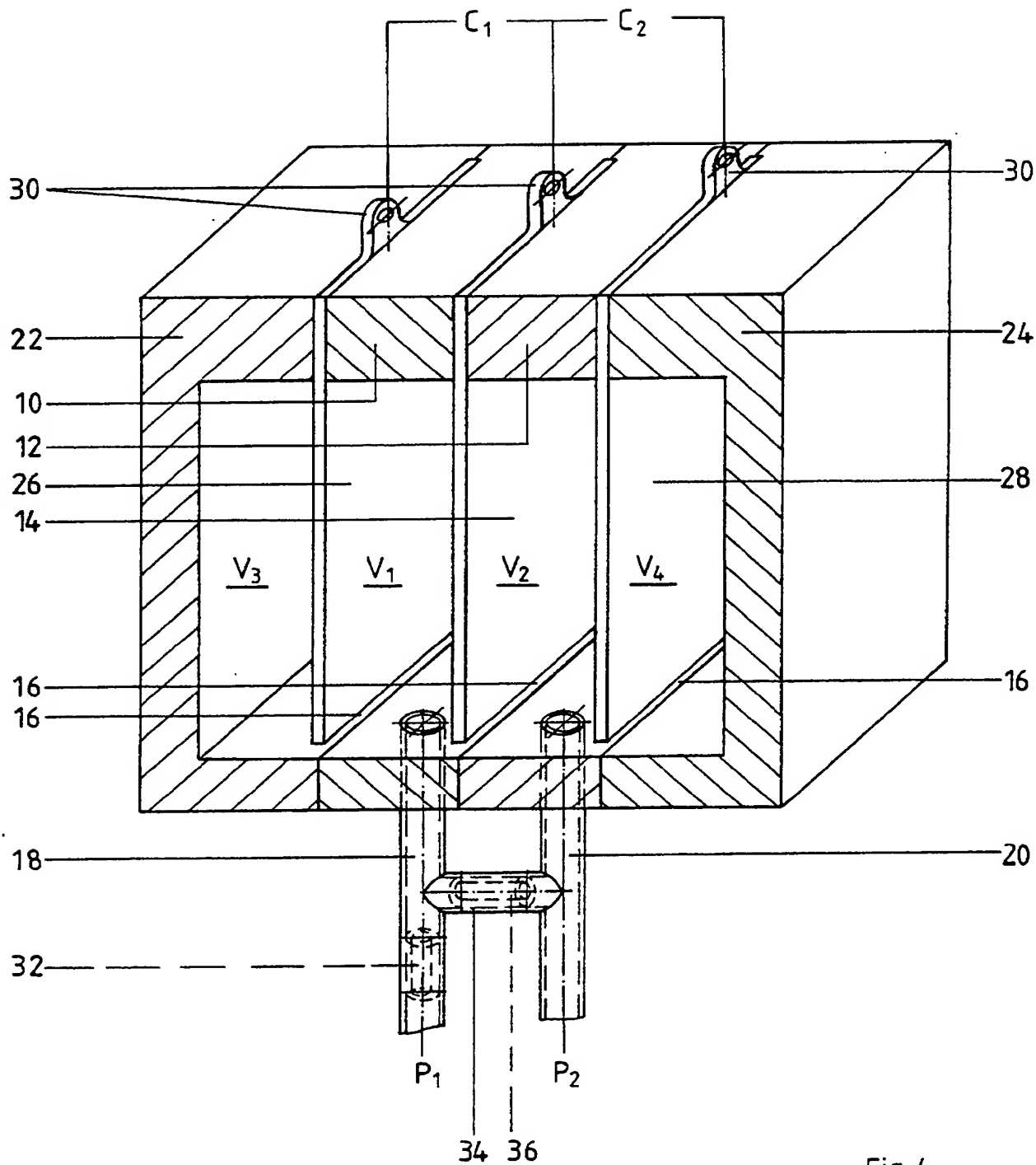


Fig. 4

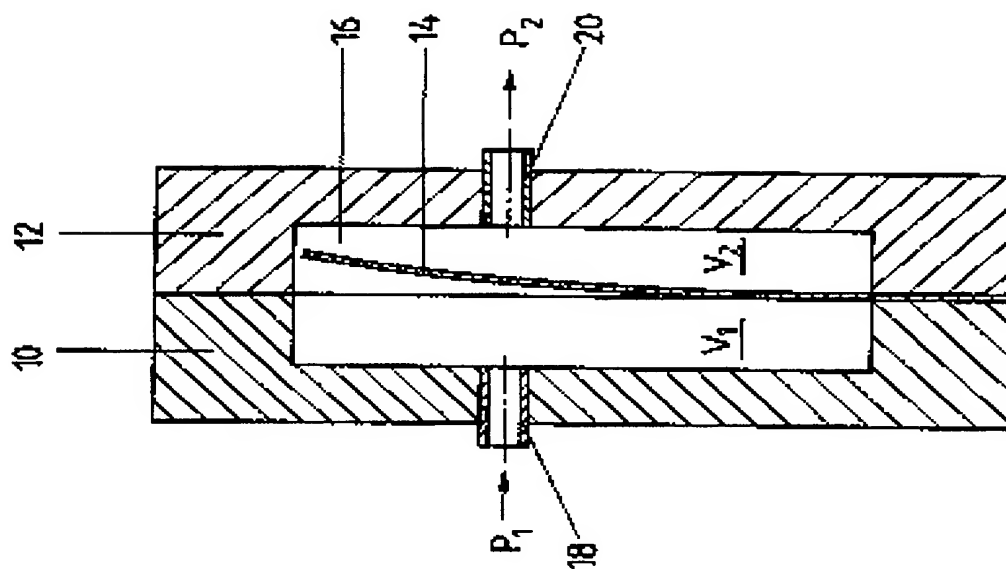


Fig. 3

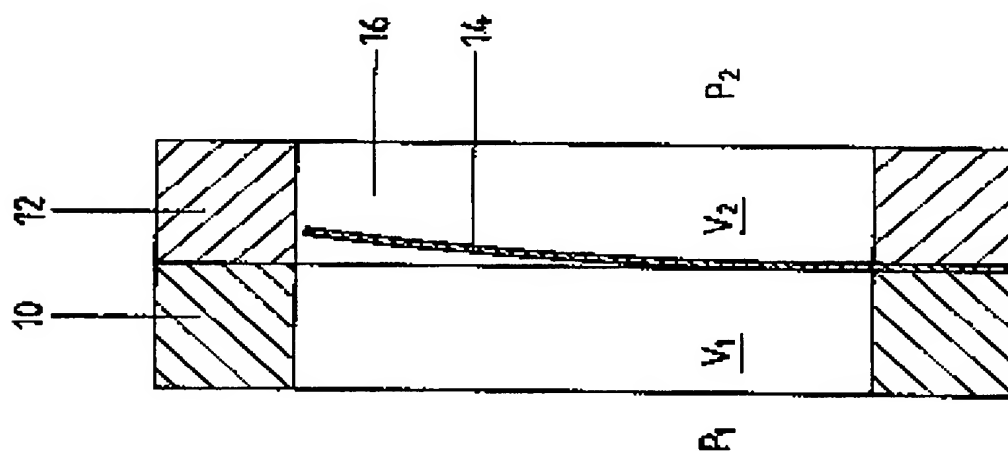


Fig. 2

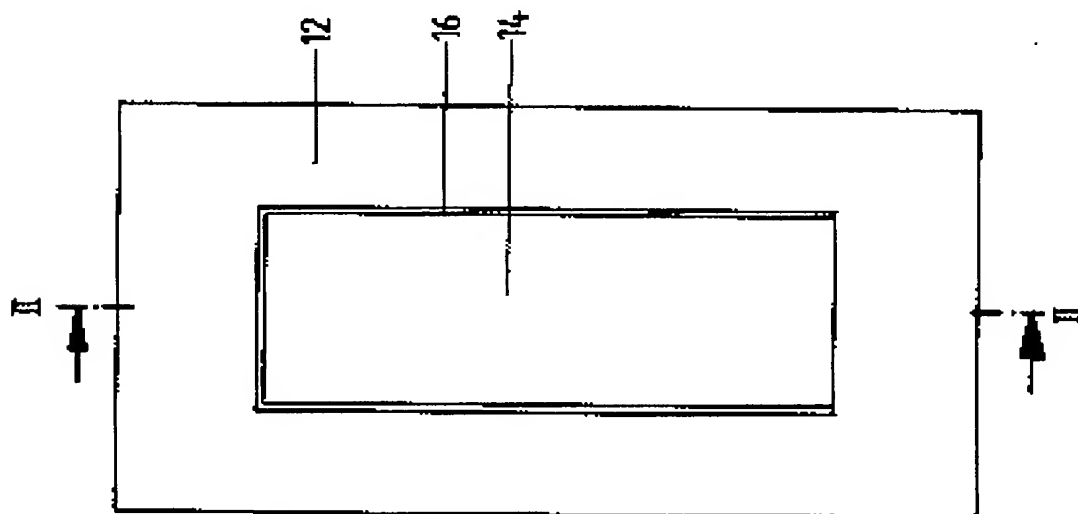


Fig. 1

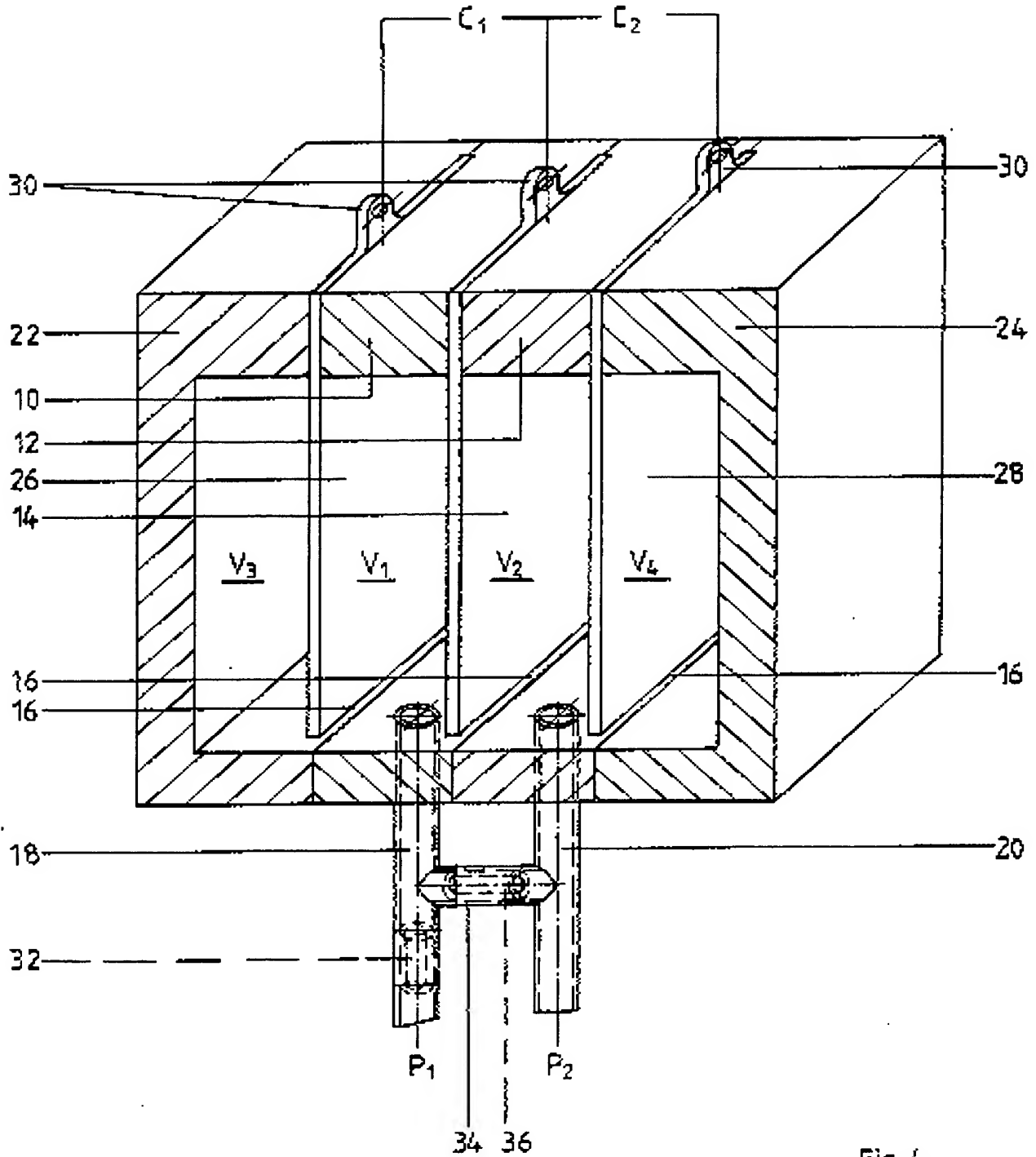


Fig. 4